

Kerevitlerin (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz 1823) Barınak Kullanımında Eşeyin, Birey Büyüklüğünün ve Barınak Büyüklüğünün Önemi

Muzaffer Mustafa Harlıoğlu, Önder Aksu

Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 23119, Elazığ, Türkiye.

Abstract: *The importance of sex, individual size and hide size in the hide use of freshwater crayfish (Astacus leptodactylus Eschscholtz 1823).* The importance of sex, individual size and hide size in the hide use of *A. leptodactylus* was investigated. It was found that there was not a competition between the new visitor and old hide-owner to have the hide in the same sex, but there was a minor competition between the sexes. However, this competition between the sexes was not at the level of cannibalism. In addition, it was also observed that the individuals of *A. leptodactylus* used the hides more intensively if there was a relation between hide size and individual size. In conclusion, this study shows that the number and size of hides have a great importance in the use of *A. leptodactylus*.

Key Words: *Astacus leptodactylus*, hides, sex, individual size, hide size, behavior

Özet: *A. leptodactylus*'un barınak kullanımında eşeyin, birey büyüklüğünün ve barınak büyüklüğünün önemi araştırıldı. Aynı eşeydeki *A. leptodactylus*'ların barınak elde etmek için daha önceki barınak sahibiyle kavga etmediği, fakat eşeyler arasında kanibalizm derecesinde olmasa da barınak kullanımında bir rekabetin olduğu bulundu. Bu çalışmada ayrıca, *A. leptodactylus*'ların vücut büyüklükleriyle orantılı büyüklükteki barınakları daha yoğun kullandıkları gözlemlendi. Sonuç olarak, bu çalışma *A. leptodactylus*'ların barınak kullanımında, barınak sayısının ve büyüklüğünün oldukça büyük önem taşıdığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Astacus leptodactylus*, barınak, eşey, birey büyüklüğü, barınak büyüklüğü, davranış

Giriş

Kerevitler yaşamları boyunca doğal ortamlarında bir çok sorunla karşı karşıyadırlar. Bu sorunların başlıcaları; kirlilik ve kuraklık gibi uygun olmayan çevre koşulları, predatörler ve kanibalizmdir. Kerevitler bu sorunlardan korunmak için buldukları ortamlarda ya doğal olarak oluşmuş barınakları kullanırlar yada kendi barınaklarını oluştururlar (Köksal, 1985; Hogger, 1988; Jonsson, 1992; Geddes, 1993). Yapılan bazı çalışmalar ise bu canlıların aydınlık ortamlardan kaçmak için de barınakları kullandıklarını göstermiştir (Mason,

1977). Horwitz ve Richardson (1986) ise barınakların olmadığı bir ortamda kerevitlerin yaşayamayacaklarını belirtmişlerdir.

Genel olarak kerevitler günün aydınlık saatlerini barınaklarda geçirirler, havanın kararmasıyla birlikte özellikle yiyecek aramak üzere barınaklarını terk eder ve genelde havanın aydınlanmasıyla birlikte barınaklarına geri dönerler. Kerevit barınağına geri döndüğünde, barınağı kullanan başka bir kerevit ile karşılaşırsa aralarında bir kavganın olması olasıdır (Hogger, 1988; Ranta ve Lindström, 1992; Foster, 1993; Ranta ve Lindström, 1993). Bu nedenle barınak

olarak kullanılacak ortamların uygun olmayışı veya barınak sayısındaki yetersizlik kanibalizmi artıracak dolayısıyla doğal ortamlarda veya kültür ortamlarındaki verimi olumsuz yönde etkileyecektir.

Astacus leptodactylus (Eschscholtz, 1823) Türkiye tatlı sularının doğal kerevit türü olup, kültürü yapılan ve ekonomik değere sahip olan bir kerevit türüdür (Köksal, 1985; Ackefors, 1988; Harlioğlu ve Holdich, 2001). Barınakların kerevitler için vazgeçilmez bir önemi olduğunun bilinmesine rağmen bu türün barınak kullanımıyla ilgili yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada *A. leptodactylus*'un barınak elde etmesinde eşeyin, birey büyüklüğünün ve barınak büyüklüğünün önemini araştırılması amaç edinilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan kerevitler Keban Baraj Gölü Ağın bölgesinden yakalandı. Yakalanan bu kerevitler Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi akvaryum laboratuvarlarında 60 x 30 x 20 cm boyutlarındaki cam akvaryumlarda yaklaşık 2 ay boyunca tutuldular. Çalışma 06.11.2000-11.12.2000 tarihleri arasında yürütüldü. Su sıcaklığı çalışma süresince

14-16°C arasında değişti. Akvaryum suları hava pompaları yardımıyla havalandırıldı. Akvaryumların tabanına yaklaşık 2 mm kalınlığında kaba kum serildi. Bütün çalışmalar süresince kerevitler alabalık pelet yemi, haşlanmış patates ve havuç ile beslenildi. Gözlemler sabah 9.00, öğlen 12.30 ve akşam 16.00 saatlerinde alındı.

Çalışmalar sonucunda elde edilen gözlemlerin yorumlanmasında Ki-Kare istatistik testi kullanıldı.

Birey büyüklüğünün ve barınak büyüklüğünün barınak elde etmedeki etkisinin belirlenmesi için 6 adet büyük boy ile 6 adet küçük boy erkek ve 6 adet büyük boy ile 6 adet küçük boy dişi kullanıldı. Kerevitler her bir akvaryuma 1 büyük boy erkek + 1 küçük boy erkek veya 1 büyük boy dişi + 1 küçük boy dişi olacak şekilde yerleştirildi. Küçük ve büyük boy kerevitlerin uzunlukları Tablo 1'de verilmiştir. Toplam 12 adet akvaryum kullanıldı.

Kerevitler tarafından barınak edinmede barınak büyüklüğünün önemini saptanması için 3 farklı büyüklükteki plastik barınak (55 mm, 65 mm ve 85 mm çapında 150 mm uzunluğunda) sırası ile yukarıda bahsedilen 12 adet akvaryuma yerleştirildiler.

Tablo 1. Birey büyüklüğünün ve barınak büyüklüğünün barınak elde etmedeki önemini araştırdığı çalışmada kullanılan kerevitlerin uzunluk parametreleri (Not: ± değerler ortalamaların standart sapmalarını göstermektedir).

	Küçük kerevitlerin uzunluk parametreleri (mm)				Büyük kerevitlerin uzunluk parametreleri (mm)			
	Ort. Kar. Uz.	Ort. Kıs. Ay. Uz.	Ort. Kıs. Uz.	Ort. Kıs. Gen.	Ort. Kar. Uz.	Ort. Kıs. Ay. Uz.	Ort. Kıs. Uz.	Ort. Kıs. Gen.
Erkek	40±1.3	57±2.7	27±2.2	10±0.4	68±2.3	133±3.3	79±4.4	26±3.0
Dişi	37±0.0	43±1.0	24±1.1	8±0.5	55±0.0	73±2.3	39±2.1	16±1.1

Kısaltmalar: Ort. Kar. Uz.=Ortalama Karapaks Uzunluğu - Ort. Kıs. Ay. Uz.=Ortalama Kıskaç Ayak Uzunluğu - Ort. Kıs. Uz.=Ortalama Kıskaç Uzunluğu - Ort.Kıs. Gen.=Ortalama Kıskaç Genişliği - Ort. Kar. Uz.=Ortalama Karapaks Uzunluğu - Ort. Kıs. Ay. Uz.=Ortalama Kıskaç Ayak Uzunluğu - Ort. Kıs. Uz.=Ortalama Kıskaç Uzunluğu - Ort. Kıs. Gen.=Ortalama Kıskaç Genişliği Birey Sayısı (N) Erkek= 36, Dişi= 36

Barınak elde etmede eşeyin öneminin araştırıldığı çalışmada 10 akvaryum kullanıldı. İlk 5 akvaryuma bir tane büyük erkek ve bir tane büyük dişi kerevit, diğer 5 akvaryuma ise bir küçük erkek ve bir küçük dişi bırakıldı. Bu çalışmada barınak olarak büyük kerevitler

için 80 mm çapında 150 mm uzunluğunda ve küçük kerevitler için ise 50 mm çapında 150 mm uzunluğunda plastik borular kullanıldı. Kerevitlerin ortalama uzunluk parametreleri Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2. Barınak elde etmede eşeyin öneminin araştırıldığı çalışmada kullanılan kerevitlerin uzunluk parametreleri (Not: ± değerler ortalamaların standart sapmalarını göstermektedir).

	Erkek kerevitlerin uzunluk parametreleri (mm)				Dişi kerevitlerin uzunluk parametreleri (mm)			
	Ort. Kar. Uz.	Ort. Kıs. Ay. Uz.	Ort. Kıs. Uz.	Ort. Kıs. Gen.	Ort. Kar. Uz.	Ort. Kıs. Ay. Uz.	Ort. Kıs. Uz.	Ort. Kıs. Gen.
Küçük	41±1.3	55±2.7	27±2.2	10±0.4	41±0.0	45±1.0	25±1.1	8.3±0.5
Büyük	55±0.0	85±2.3	45±1.5	17±1.3	55±2.3	72±2.3	38±2.1	16±1.1

Kısaltmalar: Ort. Kar. Uz.=Ortalama Karapaks Uzunluğu - Ort. Kıs. Ay. Uz.=Ortalama Kıskaç Ayak Uzunluğu - Ort. Kıs. Uz.=Ortalama Kıskaç Uzunluğu - Ort. Kıs. Gen.=Ortalama Kıskaç Genişliği - Ort. Kar. Uz.=Ortalama Karapaks Uzunluğu - Ort. Kıs. Ay. Uz.=Ortalama Kıskaç Ayak Uzunluğu - Ort. Kıs. Uz.=Ortalama Kıskaç Uzunluğu - Ort. Kıs. Gen.=Ortalama Kıskaç Genişliği Birey Sayısı (N) Erkek=10, Dişi= 10

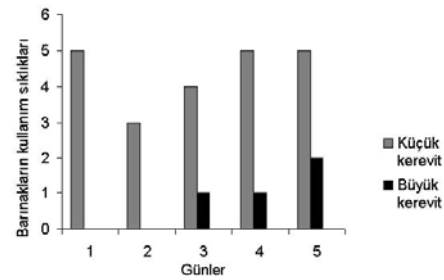
Bulgular

Birey büyüklüğünün ve barınak büyüklüğünün barınak elde etmedeki öneminin araştırıldığı çalışmalarda elde edilen bulgular aşağıdaki gibi gözlemlenmiştir;

55 mm çapındaki barınakla yapılan çalışma: Çalışmada kullanılan kerevitler çalışmanın yapıldığı akvaryuma bırakıldıklarında aralarında kavga olduysa da, ortama barınak bırakıldıktan sonra kerevitler arasında barınak kullanımı amacıyla herhangi bir saldırganlık veya kavga olayına rastlanmadı.

Çalışma süresince büyük kerevitlerin iri gövdeleri nedeniyle barınaklara girmekte zorlandıkları ve bunun sonucunda da barınakları kullanan büyük kerevitlerin sayısının oldukça az olduğu görüldü. Ayrıca bazı büyük boydaki kerevitlerin geriye doğru giderek barınakları kullandıkları da gözlemlendi. Sonuç olarak, hem erkek hem de dişi

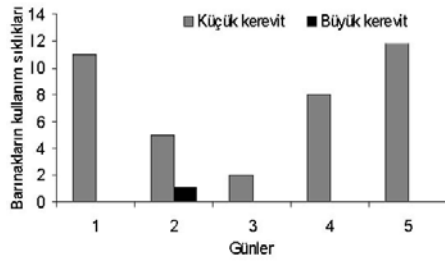
bireylerin bulunduğu akvaryumlarda barınakların daha çok küçük kerevitler tarafından kullanıldığı görüldü ($X^2=59.595$, $p<0.001$). Şekil 1’de 55 mm çapındaki barınakların küçük ve büyük erkek kerevitler tarafından, Şekil 2’de ise küçük ve büyük dişi kerevitler tarafından kullanım sıklıkları görülmektedir.



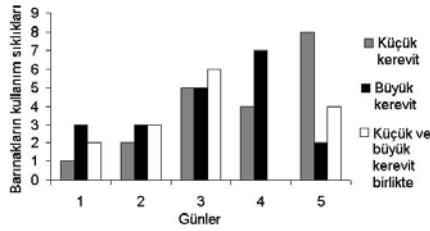
Şekil 1. 55 mm çapındaki barınakların küçük ve büyük erkek kerevitler tarafından kullanım sıklıkları.

65 mm çapındaki barınakla yapılan çalışma: Bu çalışmada büyük boydaki

kerevitlerin barınakları kullanım oranlarının arttığı gözlemlenirse de, barınakların büyük bir bölümünün 55 mm çapındaki barınaklarla yapılan çalışmada olduğu gibi, hem erkek ve hem de dişi bireylerin bulunduğu akvaryumlarda küçük bireyler tarafından daha fazla kullanıldıkları gözlemlendi ($X^2=35.795$, $p<0.001$). Ayrıca, küçük ve büyük boydaki kerevitlerin bir barınağı aynı anda kullandıkları da gözlemlendi. Şekil 3'de 65 mm çapındaki barınakların küçük ve büyük erkek kerevitler tarafından, şekil 4'de küçük ve büyük dişi kerevitler tarafından kullanım sıklıkları görülmektedir.



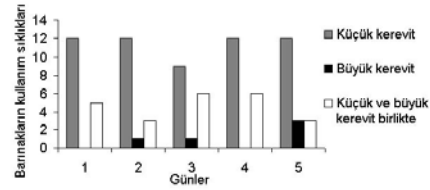
Şekil 2. 55 mm çapındaki barınakların küçük ve büyük dişi kerevitler tarafından kullanım sıklıkları.



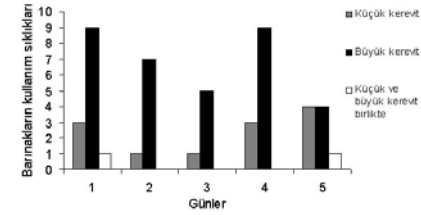
Şekil 3. 65 mm çapındaki barınakların küçük ve büyük erkek kerevitler tarafından kullanım sıklıkları.

85 mm çapındaki barınakla yapılan çalışma: Bu çalışmanın sonunda önceki iki çalışmanın aksine, hem erkek hem de dişi bireylerin bulunduğu akvaryumlarda barınakları büyük kerevitlerin küçük

kerevitlerden çok daha fazla kullandıkları görüldü ($X^2=4.078$, $p<0.05$). Ayrıca, küçük ve büyük kerevitin bir barınağı aynı anda kullanması da gözlemlendi. Barınakları aynı anda kullanan kerevit bireylerine çoğunlukla erkek kerevitlerin bulunduğu akvaryumlarda rastlandı. Erkek kerevitler bir barınağı aynı anda kullanırken genellikle küçük kerevitlerin barınağın içerisindeki büyük kerevitlerin üzerine çıktığı, dişi kerevitlerin ise barınakta birbirinin ardı sıra durduğu görüldü. Şekil 5'de 85 mm çapındaki barınakların küçük ve büyük erkek kerevitler tarafından, Şekil 6'da küçük ve büyük dişi kerevitler tarafından kullanım sıklıkları görülmektedir.

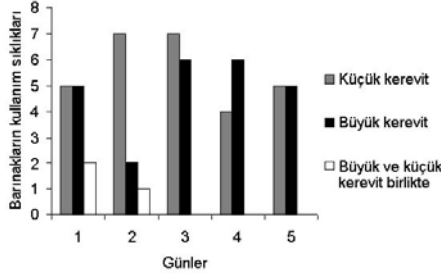


Şekil 4. 65 mm çapındaki barınakların küçük ve büyük dişi kerevitler tarafından kullanım sıklıkları.



Şekil 5. 85 mm çapındaki barınakların küçük ve büyük erkek kerevitler tarafından kullanım sıklıkları.

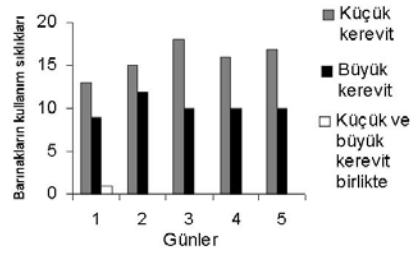
Barınak elde etmede eşeyin öneminin araştırıldığı çalışmada erkek kerevitlerin kendileriyle yaklaşık aynı büyüklükteki dişi kerevitlerden daha fazla oranda barınak kullandıkları saptandı ($X^2=10.643$, $p<0.001$). Şekil 7'de erkek ve dişi bireylerin barınak kullanım sıklığı görülmektedir.



Şekil 6. 85 mm çapındaki barınakların küçük ve büyük dişi kerevitler tarafından kullanım sıklıkları.

Daha önceki çalışmalarda barınak elde etmek için yapılan kavgalara rastlanılmazken, eşeyin önemin araştırıldığı bu çalışmada kavgalara rastlandı. Kavga esnasında kerevitlerin kısıkaçlarını birbirine kenetleyerek güreştikleri görüldü.

Ayrıca bu çalışmada, kerevitlerin verilen yemlerin artan kısımlarını barınakların içinde biriktirdikleri ve barınakları elde edemeyen bireylerin akvaryumun köşelerine çekilerek sakin bir şekilde durdukları gözlemlendi.



Şekil 7. Erkek ve dişi bireylerin barınak kullanım sıklıkları.

Tartışma ve Sonuç

Kerevitler günün aydınlık saatlerini barınaklarda geçirirler. Bir kerevit barınakta bulunurken kısıkaçlarını kavuşturup barınak girişinde tutarak başka canlıların barınağına girmesini

engellemeye çalışır (Ranta ve Lindström, 1992; Ranta ve Lindström, 1993). Büyük ve erkek kerevitlerin kısıkaçları da diğer bireylere göre daha büyük olduğundan (Rhodes ve Holdich, 1979; Lindqvist ve Lahti, 1983; Leimar ve Enquist, 1984; Harlıoğlu, 1999) barınak girişini kapamada daha etkilidirler. Yapılan bu çalışmada da erkek kerevitlerin dişi kerevitlere göre kısıkaçlarının daha büyük olması nedeniyle kısıkaçlarını barınak girişinde tutarak dişinin barınağı kullanımını engellemeye çalıştıkları gözlemlendi. Bu durum özellikle yetiştiricilik ortamında hem erkek hem de dişi bireyler için yeterli sayıda barınak kullanılmasının gerekliliğini göstermektedir.

Bir su ortamında barınak sayısı az ve populasyon yoğunluğu fazla olduğu zaman, bazı türlerde populasyonu oluşturan bireyler arasında barınakları elde etmek amacıyla bir rekabetin olması beklenen bir durumdur (Archer, 1988; Ranta ve Lindström, 1992; Ranta ve Lindström, 1993). Bu çalışmada, kerevitlere fazla miktarda barınak sunulmamasına rağmen, kerevit bireyleri arasında barınaklar üzerine bahsedilen rekabet olayları görülmemiş, yalnızca eşeyler arasında kanibalizme varmayan, küçük boyutta kavgalar olmuştur. Bu olay, *A. leptodactylus*'un çok fazla saldırgan bir tür olmadığını göstermektedir. Benzer şekilde Holdich ve diğ. (1995) *A. leptodactylus*'un *Pacifastacus leniusculus* (DANA)'a nazaran daha az saldırgan bir tür olduğunu yaptıkları bir çalışmada saptamışlardır. Buda bu türün diğer bazı türlere göre daha az agresif olduğunu ve yetiştiricilik ortamında daha az oranda kanibalizmin oluşacağını göstermektedir.

Bovbjerg (1953) *Orconectes rusticus* (Girard, 1852), Huntingford ve Turner (1987), Archer (1988), Ranta ve Lindström (1992, 1993) *P. leniusculus* ile yapmış oldukları çalışmalarda, büyük

bireylerin mevcut barınakları daha çok kullandıklarını gözlemlemiştir. Yapılan bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle uygun barınak büyüklüğü kullanıldığında büyük bireylerin küçük boydaki bireylere nazaran daha fazla barınak kullandıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca bu çalışma, birey büyüklüğü ile barınak büyüklüğü arasındaki ilişkinin önemli olduğunu da göstermiştir.

Aynı boydaki erkek ve dişi kerevitler ile barınak elde etme üzerine yapılan çalışmalarda erkek kerevitlerin dişi kerevitlere üstünlük sağladıkları görülmüştür (Bovbjerg, 1956; Austad, 1983; Ranta ve Lindström, 1992; Ranta ve Lindström, 1993). Farklı eşeyde ve aynı boydaki *A. leptodactylus*'lar ile yapılan bu çalışmada da aynı sonuçlar elde edilmiştir.

Foster (1993) *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858)'te vücut büyüklüğü ve barınak büyüklüğü arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmada; birey büyüklüğü ile barınak büyüklüğü arasında bir ilişkinin olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmada da 50 mm çapındaki barınaklara büyük boydaki erkek kerevitlerin girmesinin zor olması nedeniyle bu barınakları küçük kerevitler daha rahat kullanmışlardır. Barınak çapları artırılınca, orantılı olarak, büyük kerevitlerin de barınak kullanım oranları artmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada büyük kerevitlerin küçük barınakları kullanmamasının bir nedeni olarak, kerevitin barınak kullanımı için bir tercih yapmaktan ziyade zorunluluktan dolayı barınağı kullanamadığı düşünülmektedir.

Barınakların kerevitlere sadece sınımlanacak güvenli bir yer sağlamakla kalmadığı, aynı zamanda kerevitlerin topladıkları yiyecek maddelerini barınaklarının içinde sakladıkları gözlemlenmiştir (Ranta ve Lindström, 1992). Bu çalışmada da kerevitlerin kendilerine yem olarak verilen besin

maddelerinin artan kısmını barınak içinde biriktirdikleri gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, farklı büyüklükteki *A. leptodactylus*'ların bir barınağı elde etmek için daha önceki barınak sahibiyle kavga etmemesi onları barınak kullanımında saldırgan bir tür olmadıklarını göstermektedir. Fakat, eşeyler arasında kanibalizm derecesinde olmasa da barınak kullanımında bir rekabet olmaktadır. Ayrıca *A. leptodactylus*'lar vücut büyüklükleri ile orantılı büyüklükteki barınakları, daha yoğun kullanmaktadırlar. Büyük boydaki bireylerin geri geri giderek küçük çaptaki barınakları kullanımları da onların barınağı olan ihtiyaçlarının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Kaynakça

- Ackefors, H., 1998. The culture and capture crayfish fisheries in Europa. World Aquaculture, 29, 18-24, 64-67.
- Archer, J., 1988. The behavioral biology of aggression. Cambridge University Press, Cambridge, 257 pp.
- Austad, S. N., 1983. A game theoretical interpretation of male combat in the bowl and doily spider (*Frontinella pyramitella*). Animal Behavior, 31, 59-73.
- Bovbjerg, R. V., 1953. Dominance order in the crayfish *Orconectes virulus* (Hagen). Physiol. Zool., 26, 173-178.
- Bovbjerg, R. V., 1956. Some factors affecting aggressive behavior in crayfish. Physiol. Zoology, 29, 127-136.
- Foster, J., 1993. The relationship between refuge size and body size in the crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet). Freshwater Crayfish, 9, 345-349.
- Geddes, M. C., Smallridge, M. and Clark, S., 1993. The effect of stocking density, food type and shelters on survival and growth of the Australian freshwater crayfish, *Cherax destructor*, in experimental ponds. Freshwater Crayfish, 9, 57-69.
- Harlioğlu, M. M., 1999. The Relationship between Length-Weight, and Meat Yield of Freshwater Crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, in the Ağın

- Region of Keban Dam Lake. Turkish Journal of Zoology, 23 (3), 949-957.
- Harlioğlu, M. M. and Holdich, D. M., 2001. Meat yields in the introduced freshwater crayfish, *Pacifastacus leniusculus* and *Astacus leptodactylus*. Aquaculture Research, 32, 1-9.
- Hogger, J. B., 1988. Ecology, population biology and behaviour. In: D. M. Holdich and R.S. Lowery (eds.), Freshwater Crayfish, Biology, Menagement and Exploitation, Cambridge , 114-144.
- Holdich, D. M., Reader, J. P., Rogers, W. D. and Harlioğlu, M. M., 1995. Interactions between three species of crayfish (*Austropotamobius pallipes*, *Astacus leptodactylus* and *Pacifastacus leniusculus*), Freshwater Crayfish, 10, 46-56.
- Horwitz, P. H. J. and Richardson, A. M. M., 1986. An ecological classification of the burrows of Australian freshwater crayfish. Australian Journal Mar. Freshwater Resourch, 37, 237-242.
- Huntingford, F. A. and Turner, A., 1987. Animal conflict. Chapman and Hall, London, 448 pp.
- Jonsson, A., 1992. Shelter selection in YOY crayfish *Astacus astacus* under predation pressure by dragonfly larvae. Nordic Journals Freshwater Research, 67, 82-87.
- Köksal, G., 1985. Kültür koşullarında tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus salinus*) yavru yetiştiriciliği . Su Ürünleri Dergisi, 7,8, 61-71.
- Leimar, O. and Enquist, M., 1984. Effects of asymmetries in owner-intruder conflicts. J. Theor. Biol., 111, 475-491.
- Lindqvist, O. V. and Lahti, E., 1983. On the sexual dimorphism and condition index in the crayfish *Astacus astacus* L. In Finland. Freshwater Crayfish, 5, 3-11.
- Mason, J. C., 1977. Reproductive efficiency of *Pacifastacus leniusculus* (DANA) in culture. Freshwater Crayfish, 3, 101-107.
- Ranta, E. and Lindström, K., 1992. Power to hold sheltering burrows by juveniles of the signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus*. Ethology, 92, 217-226.
- Ranta, E. and Lindström, K., 1993. Body size and shelter possession in mature signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus*. Ann. Zool. Fennici, 30, 125-132.
- Rhodes, C. P. and Holdich, D. M., 1979. On size and sexual dimorphism in *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet)- A step in assessing the commercial exploitation potential of the native British Freshwater Crayfish. Aquaculture, 17, 345-358.